

FREQUENCY ADJUSTMENT DEVICE AND METHOD

Patent Number: JP2001196882
Publication date: 2001-07-19
Inventor(s): WATANABE JUN
Applicant(s): TOYO COMMUN EQUIP CO LTD
Requested Patent: ☐ JP2001196882
Application Number: JP20000009410 20000118
Priority Number(s):
IPC Classification: H03H3/04; H03H9/56
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an MCF adjustment device easy in maintenance and capable of speedily adjusting a passing band frequency without causing any particle in a vacuum vessel.

SOLUTION: The vacuum vessel is provide with deflection coils 73a, 73b that generate a magnetic field to deflect an orbit of an ion beam 68 for ion etching toward a target electrode 51a on a monolithic crystal filter 51 with piezoid 51k at least on one side of which a plurality of resonance electrodes 51a, 51b is placed and on the other side of which a ground electrode 51c is placed, and the frequency adjustment device is provided with a magnetic field control circuit 71 that controls the strength of the magnetic field generated by the deflection coils 73a, 73b to apply ion etching to the resonance electrodes 51a, 51b on the piezoid 51k.

Data supplied from the esp@cenet database - l2

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2001-196882

(P 2001-196882A)

(43) 公開日 平成13年7月19日 (2001. 7. 19)

(51) Int. Cl. ⁷

識別記号

F I

テーマコード (参考)

H 0 3 H 3/04

H 0 3 H 3/04

A 5J108

9/56

9/56

B

B

審査請求 未請求 請求項の数 6

O L

(全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2000-9410 (P2000-9410)

(22) 出願日 平成12年1月18日 (2000. 1. 18)

(31) 優先権主張番号 特願平11-306088

(32) 優先日 平成11年10月27日 (1999. 10. 27)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003104

東洋通信機株式会社

神奈川県高座郡寒川町小谷2丁目1番1号

(72) 発明者 渡辺 潤

神奈川県高座郡寒川町小谷二丁目1番1号

東洋通信機株式会社内

(74) 代理人 100085660

弁理士 鈴木 均

F ターム (参考) 5J108 AA07 BB02 CC04 FF01 JJ01

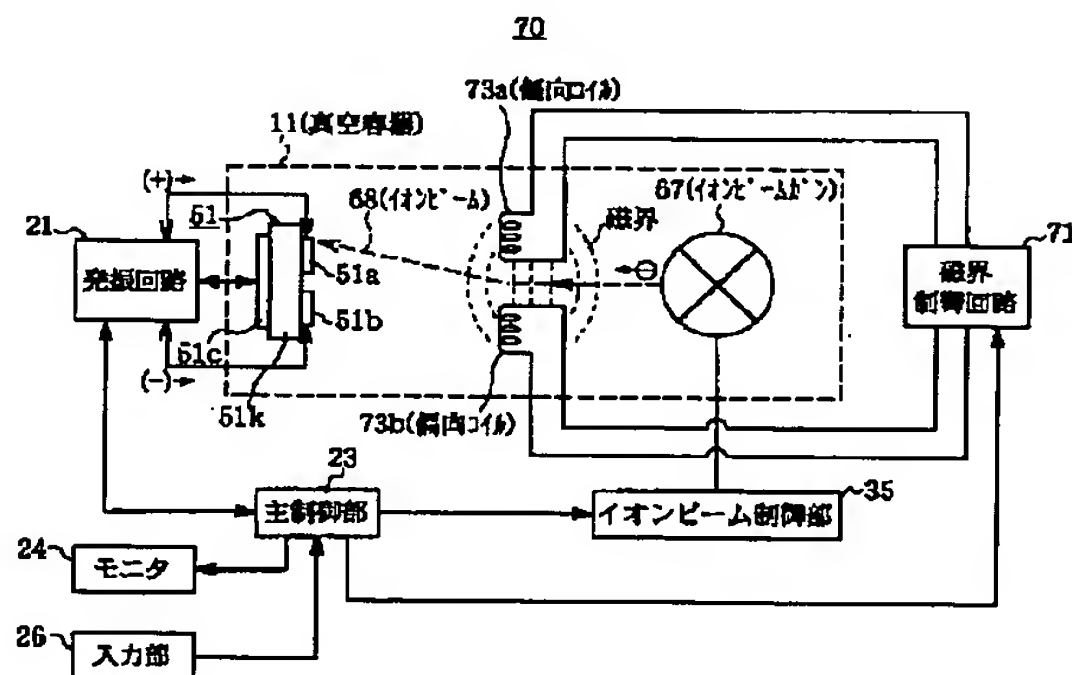
KK05 NB02 NB04

(54) 【発明の名称】 周波数調整装置および方法

(57) 【要約】

【課題】 メンテナンスが容易であって、通過帯域周波数の調整作業を早くすることが可能で、真空容器中にパーティクルを発生させない M C F 調整装置を提供する。

【解決手段】 圧電結晶板 5 1 k の少なくとも一方の面に複数の共振電極 5 1 a、5 1 b を有すると共に他方の面に接地電極 5 1 c を有するモノリシック・クリスタル・フィルタ 5 1 上のターゲットとなる電極 5 1 a に向けて、真空容器 1 1 中にイオンエッチング用のイオンビーム 6 8 の軌道を偏向させる磁界を発生する偏向コイル 7 3 a、7 3 b を設けると共に、偏向コイル 7 3 a、7 3 b にて発生される磁界の強弱を制御して圧電結晶板 5 1 上の各電極 5 1 a、5 1 b をイオンエッチングする磁界制御回路 7 1 を設けた。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 圧電結晶板の両主面に電極を備えた圧電振動素子に対し、前記各電極をイオンエッチングすることにより、周波数を調整するための周波数調整装置であって、
前記イオンエッチングに用いられるイオンビームの軌道をターゲットとなる電極に向けて偏向させる磁界を発生する偏向コイルを設けると共に、該偏向コイルにて発生される磁界の強度を制御する磁界制御回路を設けたことを特徴とする周波数調整装置。

【請求項 2】 圧電結晶板の両主面に電極を備えた圧電振動素子に対し、前記各電極をイオンエッチングすることにより、周波数を調整する周波数調整装置であって、前記イオンエッチングに用いられるイオンビームの軌道をターゲットとなる電極に向けて偏向させる電界を発生する偏向電極を設けると共に、該偏向電極にて発生される電界の強度を制御する電界制御回路を設けたことを特徴とする周波数調整装置。

【請求項 3】 前記圧電振動素子が圧電結晶板の少なくとも一方の面に複数の共振電極を有すると共に他方の面には接地電極を有するモノリシック・クリスタル・フィルタであって、前記圧電結晶板上のターゲットとなる共振電極にはイオンの電位に対し逆の極性の電圧を印加すると共に、ターゲットとならない共振電極にはイオンの電位と同極性の電位を印加することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載のモノリシック・クリスタル・フィルタの周波数調整装置。

【請求項 4】 圧電素子の電極にイオンを衝突させることにより該電極をエッチングし、これにより前記圧電素子の周波数を調整するドライエッチング工法を用いた周波数調整方法に於いて、エッチングを必要とする前記電極をイオンの電位に対し逆の極性の電位となるようバイアスを与えることにより、該電極の表面にイオンの衝突を集中させたことを特徴とする圧電素子の周波数調整方法。

【請求項 5】 前記圧電素子が、前記電極の他にエッチングを必要としない電極を備えたものであって、前記エッチングを必要としない電極をイオンの電位と同極性の電位となるようバイアスを与えることにより、該電極の表面にイオンが衝突するのを防止したことを特徴とする請求項 4 記載の圧電素子の周波数調整方法。

【請求項 6】 前記圧電基板の両主面に設けた電極の一方が圧電基板のほぼ一面を覆う接地電極であると共に、他の一方の主面に設けた電極が共振電極であり、更に、前記接地電極が、前記共振電極と対向する部分と、その他の部分とで分割して構成されたものであることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 記載の周波数調整装置または周波数調整方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、水晶板等の圧電結晶板の少なくとも一方の面上に複数の電極を有し他方の面には接地電極を有するモノリシック・クリスタル・フィルタ (MCF) の周波数を調整する周波数調整装置に関し、特に、前記各電極をイオンエッチングすることにより通過帯域周波数を調整するモノリシック・クリスタル・フィルタの周波数調整装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 モノリシック・クリスタル・フィルタ

10 (以下、MCF と記す) は、水晶板等の圧電結晶板におけるエネルギー閉じこめ効果を利用しており、小型、狭帯域のバンドパスフィルタとして広く利用されている。基本的な MCF の構成では、圧電結晶板の一方の面に接地電極が形成され、他方の面に 2 つの共振電極が形成される。MCF の使用方法としては、接地電極を接地すると共に、他の 2 つの共振電極の一方を入力端子と接続し、他方を出力端子と接続する。MCF の通過帯域周波数特性は、圧電結晶板の厚み、前記各電極の大きさ及び厚み、並びに、2 つの共振電極間の間隔等により決定される。圧電結晶板の厚みは圧電結晶板の製造時に決定されており変更できないので、MCF の通過帯域周波数の最終調整は、各電極の大きさ及び厚み等を調整することにより行う。各電極の大きさ及び厚みは、金属膜の蒸着及び蒸着後のイオンエッチングにより調整することができる。これは、電極を含んだ圧電結晶板の厚みと共振周波数には密接な関係があるために調整が可能となるものであり、一般的に、電極を含んだ圧電結晶板の厚みを薄くすると、共振周波数は高くなるという関係がある。例えば、2 つの共振電極の各々と接地電極との間に電圧を印加して励振させた場合に得られる各共振電極に対応した共振周波数を f_1 と f_2 とした時に、MCF の通過帯域幅を広げたい場合には、共振周波数が高い側の共振電極をイオンエッチングして各共振周波数 f_1 と f_2 との差を広げることにより通過帯域幅を広くすることができる。また、MCF の通過帯域周波数を高周波数側にシフトさせたい場合には、両共振電極に対して共にイオンエッチングを実施するか、接地電極に対してイオンエッチングを実施して電極を含んだ圧電結晶板の厚みを薄くすることにより通過帯域周波数を高周波数側にシフトさせることができる。逆に、MCF の通過帯域周波数を低周波数側にシフトさせたい場合には、両共振電極に対して共に所要厚みの金属膜を蒸着するか、接地電極に対して所要厚みの金属膜を蒸着して、電極を含んだ圧電結晶板の厚みを厚くすることにより、通過帯域周波数を低周波数側にシフトさせることができる。以下、図を用いて従来の MCF の通過帯域周波数を調整するための調整装置及び調整方法について説明する。

【0003】 図 6 は、従来の MCF 調整装置の一例の構成を示す図である。図 6 に示した従来の MCF 51 の周波数調整装置 1 は、圧電結晶板 51 k 上の共振電極 51

a、51bを蒸着したり、イオンエッチングすることにより周波数調整する為の構成を備えている。MCF51は、真空容器11の中に配置される。真空容器11中の空気は不図示の真空ポンプ等により排出され、蒸着時およびイオンエッチング時にはそのままの高真空状態にて蒸着、或いは、イオンエッチングが実施される。なお、イオンエッチング時にはアルゴンガス等を僅かに充填して、アルゴンガス等の分子によりエッチングを行う。MCF51の各電極51a、51b、51cの各配線接続部51at、51bt、51ctは、真空容器11外の発振回路と接続される。発振回路21は、各電極51a～51c間に電圧を印加すると共に各電極51a～51c間に発生する共振周波数を検出して主制御部23に送出する。主制御部23では、前記各共振周波数を、例えば、ネットワークアナライザの表示手段であるモニタ24に表示する。モニタ24にて前記各共振周波数を認識した操作者（調整作業）は入力部26から次の処理を指示入力する。入力部26からの指示を受けた主制御部23は、モータ制御部27及び蒸着制御部25に向けて次に実行する処理の指示を出力する。モータ制御部27は、主制御部23からの指示に従ってモータ29を回転させる。蒸着制御部25は、主制御部23からの指示に従って真空容器11内の蒸着源57から蒸着物58a、58bを放出させる。モータ29の回転駆動力は、マスク駆動部55により直線運動に変換され、可動マスク53を直線的に移動させる。また、上記の蒸着源57および蒸着制御部25は、MCF51の圧電結晶板51kの表裏面上に各々電極51a、51b、51cの金属膜を蒸着により所要以上の膜厚に形成する場合に用いられるが、一旦形成した金属膜の各電極51a、51b、51cの厚みをエッチングにより減らして共振周波数を調整する場合には、上記の蒸着源57および蒸着制御部25に代えて、イオンビーム制御部35およびイオンビームガン67が用いられる。イオンビーム制御部35は、主制御部23からの指示に従ってイオンビームガン67からイオンビーム68a、68bを放出させる。放出されたイオンビーム68a、68bは、真空容器11内に充填されたアルゴンガスの分子と衝突して、アルゴンガスの電子を放出させ、そのアルゴンガスの電子が各電極51a、51b等に衝突してエッチングが行われる。しかし、以下の説明では、イオンビームガン67から放出されたイオンビーム68a、68bが直接に各電極51a、51b等に衝突してエッチングが行われることとする。ここで、可動マスク53は、MCF51の表面を傷つけない為にMCF51の表面から一定の距離を隔てて配置されている。

【0004】図6に示した周波数調整装置1によってMCF51の通過帯域周波数を調整する方法は以下の通りである。操作者が入力部26から蒸着指示を入力すると、その蒸着指示を受けた主制御部23は、モータ制御

部27に対して指示を出力し、可動マスク53に設けられた窓53aの位置が、共振電極51a、51bと蒸着源57とを結ぶ直線上に位置するように、可動マスク53を矢印方向へスライド移動させる。各共振電極51a、51bと蒸着源57とを結ぶ各直線上に、可動マスク53に設けられた窓53aが位置するように、可動マスク53の位置を決定すると、主制御部23は、蒸着制御部25に蒸着源57から蒸着物58a、58bを放出させて蒸着を開始すべき旨の指示を出力する。圧電結晶板51kの一方の面には2つの共振電極51a、51b（金属膜）が間隔をあけて形成されるように銀等の蒸着物が所要厚みよりも厚くなるように被着される。また、圧電結晶板51kの他方の面には予め全面に接地電極51cを蒸着により所要厚みよりも厚く形成しておく。圧電結晶板51kの両面の各々の電極51a～51cを蒸着により形成した後、真空容器11内に設けられた蒸着源57と真空容器11外に設けられた蒸着制御部25を、各々イオンビームガン67とイオンビーム制御部35とに置き替える。イオンビームガン67とイオンビーム制御部35とを用いたイオンエッチングにより水晶板51k上に形成された各電極51a～51c（銀等の金属膜）の膜厚を削減することにより、モノリシック・クリスタル・フィルタ51の通過帯域周波数の調整を行う。即ち、従来のモノリシック・クリスタル・フィルタ51の通過帯域周波数の調整時には、蒸着時だけでなくイオンエッチング時にも可動マスク53を用いて、窓53aを適切な位置に移動させることによりターゲットとなる電極にイオンビームを命中させるようにしていた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の構成では、真空容器中に可動マスク等の可動部を有しているため、周波数調整装置の機構が複雑となり、更に、可動マスクに設けられた窓の形状が蒸着（金属の付着）や、イオンエッチングにより変形するため、メンテナンスに多くの時間と工数が必要とされた。更に、可動マスクが適切に配置された場合であっても、MCF51と可動マスク53との間には空隙が存在する為、イオンが窓53aを通過後に回り込むように周囲に広がり、共振電極51a、51bの近傍の圧電結晶板51kの表面をエッチングし粗面化する、あるいは、例えば共振電極51aのみをエッチングするような場合、小型のMCFの場合では二つの共振電極51a、51bの間隔が狭い為、エッチングを必要としない電極106の表面をもエッチングしてしまうという問題も発生していた。そこで、電極以外の部分のエッチングを防ぐ手段として例えば特願平11-177082号公報に記載されたような手法がある。この手法は、周波数調整の為の膜厚の調整を必要な共振電極ではなく、この共振電極と対面した裏面の前面電極の厚みを調整したものであり、これにより共振電極側の圧電結晶板面等が不本意にエッチングされるのを

防ぐものである。ところが、このような手法の場合、MCFの高周波化及び、小形化に伴い、共振電極が小さくなると、やはり共振電極の対面した前面電極の位置をエッチングエリアとする為に厳密な位置合わせが必要となるが、その位置合わせ精度を厳密に行うことには限界があり、共振電極の大きさに対するエッチング位置のズレの比率はMCFが小型になるに伴い、大きくなってしまふ。また、可動部の動作スピードに限界が有ることから、MCFの通過帯域周波数の調整作業を短時間で終了することができなかつた。また、可動部を有していること
10 から、可動部とその支持部との摺動、或いは、可動部とその駆動部との嵌合等により、微小な粉体（パーティクル）が真空容器11中に発生し、真空容器11中を浮遊するパーティクルがイオンビームの軌道上にて進路を妨害するという問題を有していた。本発明は、上述した如き従来の問題を解決するためになされたものであつて、メンテナンスが容易であつて、通過帯域周波数の調整作業に要する時間を短くすることが可能で、真空容器中にパーティクルを発生させないMCF調整装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するため、請求項1に記載の本発明の周波数調整装置は、圧電結晶板の両主面に電極を備えた圧電振動素子に対し、前記各電極をイオンエッチングすることにより、周波数を調整するための周波数調整装置であつて、前記イオンエッチングに用いられるイオンビームの軌道をターゲットとなる電極に向けて偏向させる磁界を発生する偏向コイルを設けると共に、該偏向コイルにて発生される磁界の強度を制御する磁界制御回路を設けたことを特徴とする。
30 請求項2に記載の本発明の周波数調整装置は、圧電結晶板の両主面に電極を備えた圧電振動素子に対し、前記各電極をイオンエッチングすることにより、周波数を調整する周波数調整装置であつて、前記イオンエッチングに用いられるイオンビームの軌道をターゲットとなる電極に向けて偏向させる電界を発生する偏向電極を設けると共に、該偏向電極にて発生される電界の強度を制御する電界制御回路を設けたことを特徴とする。請求項3記載の発明の周波数調整装置は、請求項1または請求項2記載の発明に加え、前記圧電振動素子が圧電結晶板の少なくとも一方の面に複数の共振電極を有すると共に他
40 方の面には接地電極を有するモノリシック・クリスタル・フィルタであつて、前記圧電結晶板上のターゲットとなる共振電極にはイオンの電位に対し逆の極性の電圧を印加すると共に、ターゲットとならない共振電極にはイオンの電位と同極性の電位を印加することを特徴とする。請求項4記載の周波数調整方法は、圧電素子の電極にイオンを衝突させることにより該電極をエッチングし、これにより前記圧電素子の周波数を調整するドライエッチング工法を用いた周波数調整方法に於いて、エッ

チングを必要とする前記電極をイオンの電位に対し逆の極性の電位となるようバイアスを与えることにより、該電極の表面にイオンの衝突を集中させたことを特徴とする。請求項5記載の周波数調整方法は、前記圧電素子が、前記電極の他にエッチングを必要としない電極を備えたものであつて、前記エッチングを必要としない電極をイオンの電位と同極性の電位となるようバイアスを与えることにより、該電極の表面にイオンが衝突するのを防止したことを特徴とする。請求項6記載の発明は、請求項1乃至請求項5記載の発明に加え、前記圧電基板の両主面に設けた電極の一方が圧電基板のほぼ一面を覆う接地電極であると共に、他の一方の主面に設けた電極が共振電極であり、更に、前記接地電極が、前記共振電極と対向する部分と、その他の部分とで分割して構成されたものであることを特徴とする。

【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図示した実施形態に基づいて説明する。図1は、本発明の第1の実施形態のMCF調整装置の構成を示すブロック図である。尚、図1及び図2において、図6に示した従来のMCF調整装置と同じ機能の部分については同じ符号を付し、重複する説明を省略する。図1に示す様に、本実施形態のMCF調整装置70では、イオンビームガン67とMCF51との間に、イオンエッチング用イオンビームの軌道をターゲットとなる共振電極51a又は51bに向けて偏向させる磁界を発生する偏向コイル73a、73bを設けた。さらに、本実施形態のMCF調整装置70は、偏向コイル73a、73bにて発生させる磁界の強度を制御することにより前記イオンビームの軌道を制御して圧電結晶板51k上の各共振電極51a、51bをイオンエッチングする磁界制御回路71を設けた。磁界制御回路71では、偏向コイル73a、73bに流れる電流を制御することにより磁界の強度を制御する。そして、これによりイオンビームは、所謂ローレンツ力により磁界中ではフレミングの左手の法則に従つて、イオンビームの放射方向に直交し且つ磁界と直交する方向に力が働く為、その照射方向を偏向することができる。なお、図1では偏向コイルとしてイオンビームの上下の位置に偏向コイル73aと73bとの1組のみを記載している
40 が、実際の偏向コイルとしては、イオンビームの上下方向と左右方向に2組、或いは、上下方向と左右方向の2組に右斜め上がり方向と左斜め上がり方向を2組加えて4組、または、それ以上の多くの組の偏向コイルを設ける。従つて、本実施形態では上記のように2組以上の偏向コイルを設けて多方向の磁界を制御することにより、イオンビームの軌道を任意の方向に制御することができる。

【0008】本実施形態において各電極51a、51b等をイオンエッチングする際には、上記のように偏向コイル73a、73b等により発生する磁界を磁界制御回
50

路 7 1 により制御してイオンビームの軌道を各電極 5 1 a、5 1 b に向ける。例えば、共振電極 5 1 a をエッチングする際には、磁界制御回路 7 1 により偏向コイル 7 3 a、7 3 b 等により発生する磁界を制御して、イオンビームが偏向して共振電極 5 1 a に当たるようにする。即ち、イオンビームのターゲットが共振電極 5 1 a となるように偏向コイル 7 3 a、7 3 b 等にて発生する磁界を制御する。また、上記のイオンビームが拡散する恐れがある場合には、例えば、上記偏向コイルとは別途にイオンビームの周囲を囲むように偏向コイル群を設け、各偏向コイルにより発生する磁界の方向を全て内向きにすることによりイオンビームを絞り込むことができる。本実施形態では、上記のように偏向コイル 7 3 a、7 3 b 等によりイオンビームの軌道を任意の方向に制御するので、真空容器 1 1 内に可動マスク 5 3 等の可動部分、摺動部分を設ける必要がなくなる。従って、真空容器 1 1 内にパーティクルを発生させずにイオンビームをターゲットの電極に向けて偏向させることができ、さらに、複雑な構成の可動部分がないのでメンテナンスが容易となる。また、本実施形態では、機械的に可動マスク 5 3 等をスライドさせる必要が無いので、イオンエッチングによる調整作業を始めるまでのタクト時間等を短縮して調整作業を早くし、作業効率を良好にすることができる。

【0009】また、本実施形態の MCF 調整装置 7 0 では、イオンエッチング時に発振回路 2 1 により、例えば、イオンビームガン 6 7 より照射されるイオンが陰イオンである場合、圧電結晶板 5 1 k 上のターゲットとなる電極 5 1 a には正の電圧を印加すると共に、ターゲットとならない電極 5 1 b には負の電圧を印加するようにした。このように、ターゲットとなる電極にはイオンと引き合う極性の電圧を印加し、ターゲットでない電極にはイオンが反発する極性の電圧を印加することにより、イオンビームガン 6 7 から放出されたイオンビームが電極 5 1 a への軌道から逸れた場合であってもターゲットでない電極 5 1 b には衝突しないので、電極 5 1 b がエッチングされることはなくなる。従って、本実施形態では、例えば、電極 5 1 a と電極 5 1 b との厚みの差を広げるために実施するターゲットとなる電極 5 1 a のみのエッチングを効率よく実施することができる。また、従来の周波数調整装置 1 では、蒸着とイオンエッチングと同じ真空容器 1 1 を用いているが、本実施形態では、例えば、蒸着に用いる真空容器 1 1 と、イオンエッチングに用いる真空容器 1 1 とを別個に設置し、蒸着に用いる真空容器 1 1 内にて蒸着が実施された MCF をイオンエッチングに用いる真空容器 1 1 内に移し替えるようにしても良い。なお、本実施形態では、例えば、蒸着処理とイオンエッチング処理に同一の真空容器 1 1 を用い、蒸着源 5 7 とイオンビームガン 6 7 とを置き換えて使用することも可能であるが、この場合には蒸着に用いる可動マスク 5 3 をイオンビーム 6 8 a、6 8 b 等の軌道外

の位置に移動させれば、本実施形態のイオンエッチング時にパーティクルを発生させないようにすることができる。

【0010】図 2 は、本発明の第 2 の実施形態の MCF 調整装置の構成を示すブロック図である。図 2 に示す本実施形態の MCF 調整装置 8 0 では、図 1 に示した第 1 の実施形態に設けられていた偏向コイル 7 3 a、7 3 b を偏向電極 5 1 b 3 a、8 3 b と置き換え、それに伴い第 1 の実施形態で用いた磁界制御装置 7 1 を電界制御装置 8 1 と置き換えている。電界制御回路 8 1 では、偏向電極 5 1 b 3 a、8 3 b に印加される電圧を制御することにより電界の強度を制御する。従って、第 1 の実施形態で発生されていたイオンビームを偏向させる磁界は、本実施形態ではイオンビームを偏向させる電界となる。その他の第 2 の実施形態の構成については、第 1 の実施形態と同様である。イオンビームは、上記したように正負いずれかの電位に帯電したものであるので、例えばイオンが陰イオンであれば電界中では電界のプラス側に引きつけられ、その進路を変更する。なお、図 2 では偏向電極としてイオンビームの上下の位置に偏向電極 5 1 b 3 a と 8 3 b との 1 組のみを記載しているが、実際の偏向電極としては、イオンビームの上下方向と左右方向に 2 組、或いは、上下方向と左右方向の 2 組に右斜め上がり方向と左斜め上がり方向を 2 組加えて 4 組、または、それ以上の多くの組の偏向電極を設けることにより、イオンビームの軌道を任意の方向に制御する。本実施形態において各電極 5 1 a、5 1 b 等をイオンエッチングする際には、上記のように、電界制御回路 8 1 により制御された偏向電極 5 1 b 3 a、8 3 b 等により発生する電界により、イオンビームの軌道を各電極 5 1 a、5 1 b に向けて偏向することができる。また、上記のイオンビームが拡散する恐れがある場合にも、第 1 の実施形態に用いられていた偏向コイルに代えて、例えば、上記偏向電極とは別途にイオンビームの周囲を囲むように偏向電極群を設け、各偏向電極により発生する電界の方向を全て内向きにすることによりイオンビームを絞り込むことができる。このように本実施形態においても、偏向電極 5 1 b 3 a、8 3 b 等により第 1 の実施形態と同様にイオンビームの軌道を任意の方向に制御するので、真空容器 1 1 内に可動マスク 5 3 等の可動部分、摺動部分を設ける必要がなくなり、真空容器 1 1 内にパーティクルを発生させずにイオンビームをターゲットの電極に向けて偏向させることができ、複雑な可動部分が無いのでメンテナンスが容易となる。また、本実施形態においても、機械的に可動マスク 5 3 等をスライドさせる必要が無いので、イオンエッチングによる調整作業を始めるまでのタクト時間等を短縮して調整作業を早くし、作業効率を良好にすることができる。

【0011】また、本実施形態の MCF 調整装置 8 0 においても、イオンエッチング時に発振回路 2 1 により、

例えば、圧電結晶板 51 k 上のターゲットとなる電極 51 a には正の電圧を印加すると共にターゲットとならない電極 51 b には負の電圧を印加するようにしたため、ターゲットとなる電極 51 a のみのエッチング処理を効率よく実施することができる。更に、上記説明では、陰イオンによるエッチングとした為、エッチングされる共振電極をプラス電位とし、エッチングを必要としない共振電極をマイナス電位に帯電させた構成を用いたが、当然、アルゴンイオン、酸素イオン等の陽イオンによるエッチングの場合は、エッチングされる共振電極をマイナス電位に帯電し、エッチングを必要としない共振電極をプラス電位に帯電させてエッチングを行えば良い。更に、上記共振電極をバイアスした手法は、図 3 に示すようにプラズマ雰囲気を用いたエッチング方法にも適用することができる。即ち、図 3 は本発明に基づく水晶フィルタの他のドライエッチング工法を実現する為のエッチング装置の概念図を示すものである。同図に示すようにドライエッチングが行われる真空容器 11 内には、電子を放出する為のフィラメント 91 と、フィラメント 91 の正面に配置され正電位にバイアスされたグリッド電極 92 と、エッチングマスク 93 とが設置されている。

【0012】真空容器 11 内には、アルゴンガス 94 が前記フィラメント 91 とグリッド電極 92 との間に供給されるように導入されている。そして圧電結晶板 51 k として、例えば、水晶基板 95 の表面に金属膜から構成された入出力電極 51 a、51 b を備えた水晶フィルタ 96 を前記エッチングマスク 93 の背後にセットする。ここで、エッチングマスク 93 は、水晶フィルタ 96 の前面を完全に覆うものではなく、エッチングを必要とする部分が例えば電極 51 a である場合は、この電極表面を露出させるよう貫通孔が設けられたものであり、更に、水晶フィルタ 96 の破損させぬよう水晶フィルタ 96 の表面から一定距離隔てた位置に配置されている。そして、上記のような構成の装置の特徴とする点は、エッチングを必要とする電極 51 a をマイナス電位にバイアスすると共に、エッチングを必要としない電極 51 b をプラス電位にバイアスした所にある。その為、電極 51 a を交流阻止用の抵抗 97 とスイッチ 98 とを介してマイナス電源 99 に接続すると共に、電極 51 b を交流阻止用の抵抗 100 とスイッチ 101 を介してプラス電源 102 に接続するよう構成している。尚、電極 51 b のみをエッチングする場合を考慮し、スイッチ 98 を切り換えて電極 51 a をプラス電源 103 に接続し、更に、スイッチ 101 を切り換えて電極 51 b をマイナス電源 104 に接続できるように構成されている。

【0013】次に上記の如く設置された真空容器 11 内にて水晶フィルタ 96 の電極 51 a がエッチングされるまでのプロセスについて説明する。フィラメント 91 から放出された電子が、グリッド電極 92 に到達するまでの進路中で、アルゴンガス 94 雰

にアルゴン分子 105 との衝突を切っ掛けとしてプラズマが発生する。このとき、プラズマ空間は全体的に電位が中性に保たれているが、その空間内にはアルゴン分子 105 と電子との衝突、または、アルゴン分子 105 同士との衝突時の衝撃によってアルゴン分子 105 を構成している電子が飛び出し、これにより発生したアルゴンイオン 106 と、飛び出した電子とが混在している。そしてこのアルゴンイオン 106 は、プラスイオンである為、マイナス電位にバイアスされた電極 51 a に強制的に引き寄せられ、その結果、電極 51 a は、その表面に集中するアルゴンイオン 106 により積極的にエッチングされる。更に、エッチングマスク 93 の配置位置にズレが生じた場合では、マイナス電位がエッチングマスク 93 にて覆われた電極面にアルゴンイオン 106 を引き込むことは勿論、エッチングマスク 93 のズレにより露出した水晶基板 95 の表面に照射されようとするアルゴンイオン 106、及び、エッチングマスク 93 を回り込むよう拡散飛散したアルゴンイオン 106 をも電極 51 a の表面上に引き込むよう働く為、このような場合であっても、電極 51 a の近傍の水晶基板 95 面をエッチングすることなく電極 51 a の表面のみが均一にエッチングされることになる。

【0014】一方、エッチングを必要としない電極 51 b の面には、エッチングマスク 93 によるマスク効果に加え、この電極がプラス電位にバイアスされている為にアルゴンイオン 106 の拡散飛散による電極面のエッチングをもより積極的に防ぐことができる。尚、上記エッチングマスクを必要とする理由としては、プラズマ雰囲気に存在する活性状態のアルゴン分子による水晶基板表面のエッチングを防ぐ為である。次に、上記の水晶フィルタ 96 の共振周波数を真空容器内で検査する方法について説明をする。図 4 は、本発明に基づく水晶フィルタの周波数調整方法を行う際の共振周波数の検査方法を説明する為の回路図である。同図に示すように、検査回路は、水晶フィルタ 96 の電極 51 a と容量 107 とを接続すると共に、容量 107 の他方端をスイッチトランジスタ 108 のコレクタに接続し、更に、トランジスタ 108 のエミッタを交流阻止用の容量 109 を介し入力信号供給端子 f I N に接続すると共に、トランジスタ 108 のベースをスイッチ制御用電圧端子 V1 に抵抗 110 を介して接続する。そして、前記容量 107 とトランジスタ 108 のコレクタとの接続中点にスイッチトランジスタ 111 を接続すると共に、トランジスタ 111 のエミッタを接地し、更に、トランジスタ 111 のベースをスイッチ制御用端子 V2 に接続する。更に、電極 51 b に直流阻止用の容量 112 を接続すると共に、容量 112 の他方端とスイッチトランジスタ 113 のコレクタとを接続し、更に、トランジスタ 113 のエミッタを接地すると共に、トランジスタ 113 のベースを抵抗 114 を介しスイッチ制御用電圧端子 V2 の出力端に接続

する。そして更に、トランジスタ 113 のコレクタをスイッチトランジスタ 115 のコレクタに接続すると共に、トランジスタ 115 のエミッタをトランジスタ 108 のエミッタに接続し、更に、トランジスタ 115 のベースとスイッチ制御用電圧端子 V2 の出力端とを抵抗 116 を介し接続する。上記トランジスタ 115 のエミッタと信号出力端子 fOUT とを容量 117 を介し接続すると共に、抵抗 118 を介し接地するよう構成する。

【0015】次に、このような構成の検査回路の動作について説明する。まず、スイッチ制御用電圧端子 V1 の端子に所定の電圧を印加すると共に、スイッチ制御用電圧端子 V2 の端子に 0V 電圧を印加する。すると、上記のような構成から、スイッチ制御用電圧端子 V1 からのバイアス電圧によりトランジスタ 113 とトランジスタ 108 とが動作状態となり、スイッチ制御用電圧端子 V2 からの 0V バイアス電圧により、トランジスタ 115 とトランジスタ 111 とが非動作状態となるので、その結果、水晶フィルタ 96 の電極 51b がトランジスタ 113 を介して接地し、更に、水晶フィルタ 96 の電極 51a がトランジスタ 108 を介して信号入力側端 fIN と受信側端子 fOUT とを結線する信号同通路に接続される。このように接続された回路の信号入力端側 fIN に複数の周波数成分を含む入力周波数を供給すると、水晶フィルタ 96 が共振周波数 f1 にて低インピーダンスとなる為、出力受信側端子 fOUT に現れる周波数特性は、周波数成分 f1 に於いてのみピーク信号（この場合、レベルの落ち込み）が現れる。更に、電極 51b を信号導通路側に接続し、電極 51a を接地するよう接続し、周波数特性の確認を行う場合は、スイッチ制御電圧 V1 の端子に 0V 電圧を印加すると共に、スイッチ制御電圧 V2 の端子に所定の電圧を印加すれば良い。従って、上記のようなスイッチ回路を真空容器外から制御するだけで、真空容器内に水晶フィルタを配置したまま、水晶フィルタ 96 の共振周波数の値を確認することが可能である。尚、上記のエッチングの際に電極 51a、8へ印加したバイアス電圧を印加状態のまま周波数測定を実行しても構わないが、直流電圧からのノイズが検査結果に影響を与える可能性を考慮すると、その供給を停止する方が望ましい。更に、上記では共振電極をエッチングする方法を用いて本発明を説明したが、

【0016】本発明はこれに限定されるものではなく、共振電極が配置されている圧電基板の裏面に配置された接地電極を図 5 に示すように構成し、各電極に所要の電圧を印加した状態でエッチングしても構わない。即ち、図 5 は、水晶フィルタ 96 の接地電極側の面を示すものである。同図に示すように水晶フィルタ 96 は、圧電結晶基板 51k の一方の表面に共振電極 51a、51b を備えると共に、他方の表面に接地電極 51c を供え、更に、前記接地電極を前記共振電極 51a、51b と対向する接地電極 51ca、51cb 部分と、その他の部分

とで分割するよう構成したものである。そして、例えば、共振電極 51b の部分の電極質量を減少させるようエッチングを行いたい場合は、共振電極 51b と対向する接地電極 51cb にイオンの電位と逆極性の電圧を印加すると共に、その他の接地電極にはイオンの電位と同極性の電圧を印加した状態にて、接地電極側にイオンを照射すれば良い。このような構成は、圧電基板表面の露出が少なく、更に、圧電基板表面を完全にエッチング面と、非エッチング面とにバイアスにより分割することができる為、例えばプラズマ雰囲気によるエッチングであってもエッチングマスクを必要とすることなく高精度にエッチングを行うことができる。そして更に、圧電素子として水晶フィルタを用いて本発明を説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、他の圧電基板を用いた圧電フィルタ、あるいは、水晶振動子等のその他のあらゆる圧電素子に適用可能なことは言うまでもない。以上、上記各実施形態では、従来のモノリシック・クリスタル・フィルタ調整装置に用いられていた可動マスク、マスク駆動部、モータ等を不要として構造を簡略化することができ、更に、エッチングマスクを使用した場合であっても、マスクの配置位置を厳密に設定する必要がないので、装置を小型化できると共に製造コストを下げることができる。なお、上記各実施形態では、蒸着にて共振電極 51a、51b 等を成膜したが、共振電極 51a、51b 等を成膜する際にスパッタリングを用いて成膜しても良い。また、共振電極 51a、51b 等を成膜する蒸着物としては、上記した銀に限らず金等を用いても良い。また、モノリシック・クリスタル・フィルタのみならず、圧電基板上に電極を備えた圧電振動素子の周波数調整に適用可能であることは言うまでもない。

【0017】

【発明の効果】上記のように本発明では、可動部分を設置する必要がなくなるので、真空容器内にパーティクルを発生させずにイオンビームをターゲットの電極に向けて偏向させることができ、複雑な可動部分が無いのでメンテナンスが容易となる。また、機械的に可動マスク等をスライドさせる必要が無いので、イオンエッチングによる調整作業を始めるまでのタクト時間等を短縮して調整作業を早くし、作業効率を良好にすることができる。また、本発明では、圧電結晶板上のターゲットとなる電極には正の電圧を印加すると共にターゲットとならない電極には負の電圧を印加するので、ターゲットとなる電極のみのエッチングを効率よく実施することができる。更に、エッチングマスクを使用した場合であっても、エッチングマスクの配置位置を高精度に設定する必要がない為、高い生産性が得られることにより、圧電素子の低価格化が達成される。また、本発明では、モノリシック・クリスタル・フィルタ調整装置の構造が簡略化するため、装置を小型化できると共にコストダウンさせること

ができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施形態の MCF 調整装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】 本発明の第 2 の実施形態の MCF 調整装置の構成を示すブロック図である。

【図 3】 本発明の第 3 の実施形態の周波数調整方法の概念図を示す図である。

【図 4】 本発明に基づく周波数確認方法を接めた回路図を示す図である。

【図 5】 本発明に基づく周波数調整方法の他の実施例を説明する為の水晶フィルタの構成図を示す図である。

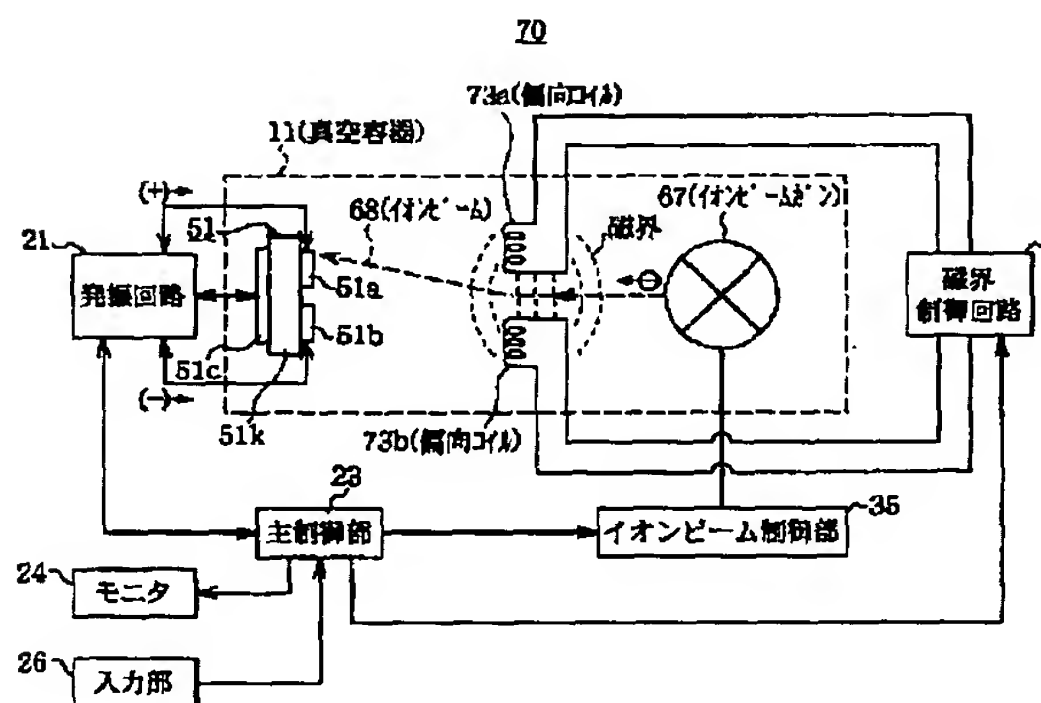
【図 6】 従来の MCF 調整装置の一例の構成を示す図である。

【符号の説明】

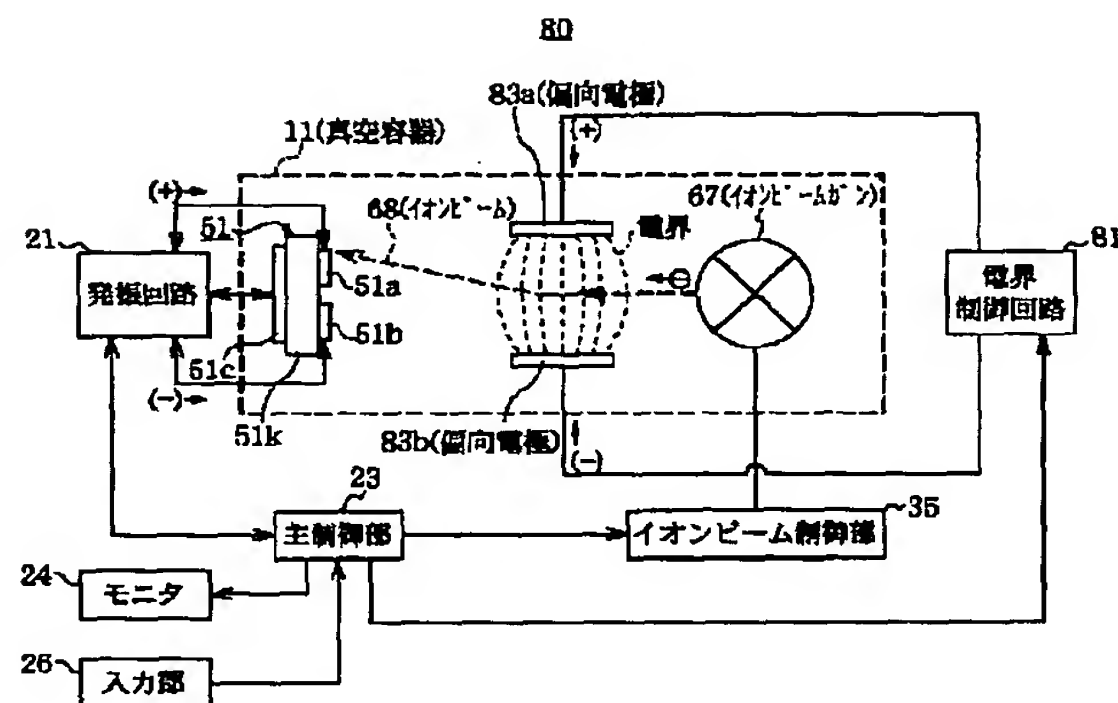
1、70、80・・・MCF 調整装置、11・・・真空容器、21・・・発振回路、23・・・主制御部、24・・・モニタ、26・・・入力部、25・・・蒸着制御

部、27・・・モータ制御部、29・・・モータ、35・・・イオンビーム制御部、51・・・MCF、51a、51b・・・共振電極、51c、51ca、51cb・・・接地電極、51k・・・圧電結晶板、51at、51bt、51ct・・・配線接続部、67・・・イオンビームガン、68・・・イオンビーム、71・・・磁界制御回路、73a、73b・・・偏向コイル、81・・・電界制御回路、83a、83b・・・偏向電極、91・・・フィラメント、92・・・グリッド電極、93・・・エッチングマスク、94・・・アルゴンガス、95・・・水晶基板、96・・・水晶フィルタ、97、100、110、114、116、118・・・抵抗、98、101・・・スイッチ、99、102、103、104・・・電源、105・・・アルゴン分子、アルゴンイオン・・・106、107、109、112、117・・・容量、108、111、113、115・・・トランジスタ

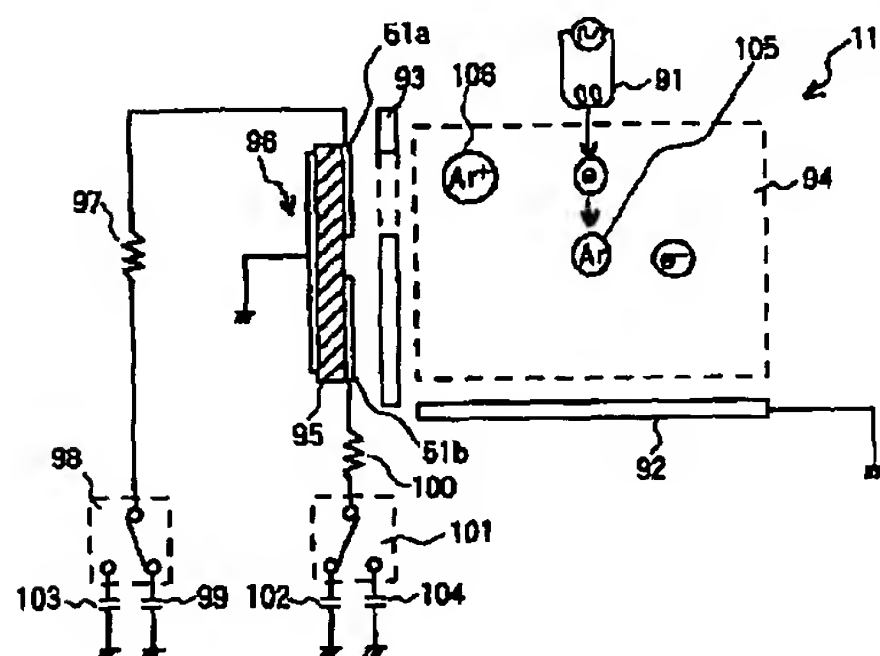
【図 1】



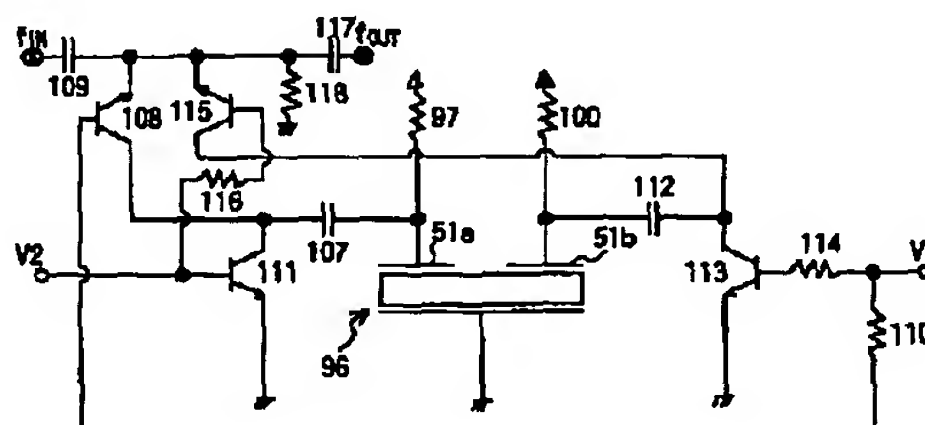
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 6】

